

(12) NACH DEM VERTRAG ÜBER DIE INTERNATIONALE ZUSAMMENARBEIT AUF DEM GEBIET DES  
PATENTWESENS (PCT) VERÖFFENTLICHTE INTERNATIONALE ANMELDUNG

(19) Weltorganisation für geistiges Eigentum  
Internationales Büro



(43) Internationales Veröffentlichungsdatum  
18. Dezember 2003 (18.12.2003)

PCT

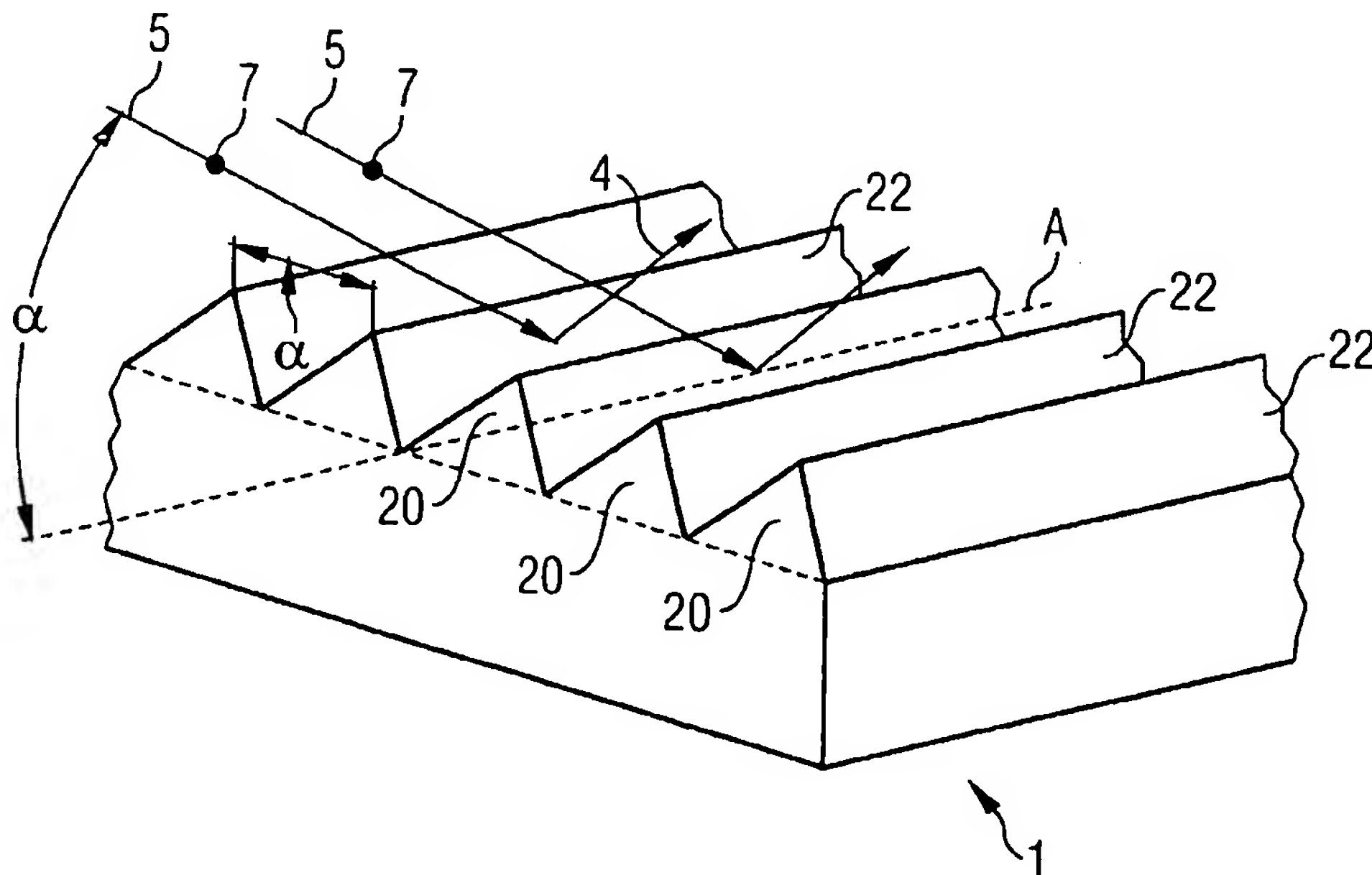
(10) Internationale Veröffentlichungsnummer  
**WO 03/104615 A1**

- (51) Internationale Patentklassifikation<sup>7</sup>: F01D 5/14, F04D 29/68
- (71) Anmelder (für alle Bestimmungsstaaten mit Ausnahme von US): SIEMENS AKTIENGESELLSCHAFT [DE/DE]; Wittelsbacherplatz 2, 80333 München (DE).
- (21) Internationales Aktenzeichen: PCT/DE03/01746
- (72) Erfinder; und
- (75) Erfinder/Anmelder (nur für US): HUBER, Norbert [DE/DE]; Taunusstrasse 88 A, 91056 Erlangen (DE).
- (22) Internationales Anmeldedatum: 28. Mai 2003 (28.05.2003)
- (74) Gemeinsamer Vertreter: SIEMENS AKTIENGESELLSCHAFT; Postfach 22 16 34, 80506 München (DE).
- (25) Einreichungssprache: Deutsch
- (81) Bestimmungsstaaten (national): CN, JP, US.
- (26) Veröffentlichungssprache: Deutsch
- (84) Bestimmungsstaaten (regional): europäisches Patent (AT, BE, BG, CH, CY, CZ, DE, DK, EE, ES, FI, FR, GB, GR, HU, IE, IT, LU, MC, NL, PT, RO, SE, SI, SK, TR).
- (30) Angaben zur Priorität: 102 25 710.8 10. Juni 2002 (10.06.2002) DE

[Fortsetzung auf der nächsten Seite]

(54) Title: WORKPIECE WITH EROSION-REDUCING SURFACE STRUCTURE

(54) Bezeichnung: WERKSTÜCKEN MIT EROSIONMINDERNDER OBERFLÄCHENSTRUKTUR



(57) Abstract: In order to reduce the erosion of surfaces of a workpiece (1) with a fluid loaded with particles flowing (5) over the same, the workpiece surfaces are embodied as, or provided with, a surface structure (2) comprising longitudinal ribs (20). The surface embodied thus provides a reduced angle of incidence for the particles contained in fluid which reduces the erosive effect thereof.

[Fortsetzung auf der nächsten Seite]



WO 03/104615 A1

**Erklärungen gemäß Regel 4.17:**

- hinsichtlich der Berechtigung des Anmelders, ein Patent zu beantragen und zu erhalten (Regel 4.17 Ziffer ii) für die folgenden Bestimmungsstaaten CN, JP, europäisches Patent (AT, BE, BG, CH, CY, CZ, DE, DK, EE, ES, FI, FR, GB, GR, HU, IE, IT, LU, MC, NL, PT, RO, SE, SI, SK, TR)
- Erfindererklärung (Regel 4.17 Ziffer iv) nur für US

**Veröffentlicht:**

- mit internationalem Recherchenbericht

- vor Ablauf der für Änderungen der Ansprüche geltenden Frist; Veröffentlichung wird wiederholt, falls Änderungen eintreffen

Zur Erklärung der Zweibuchstaben-Codes und der anderen Abkürzungen wird auf die Erklärungen ("Guidance Notes on Codes and Abbreviations") am Anfang jeder regulären Ausgabe der PCT-Gazette verwiesen.

---

**(57) Zusammenfassung:** Zur Verminderung der Erosion an mit Teilchen versetztem Fluid angeströmten (5) Oberflächen eines Werkstückes (1) bestehend darin, dass die Werkstückoberfläche als eine oder mit einer Oberflächenstruktur (2), diese bestehend aus Längsrippen (20), ausgebildet bzw. versehen ist. Diese so gestaltete Oberfläche hat einen verminderten Auftreffwinkel der in Fluid enthaltenen Teilchen zur Folge Womit ihre erosive Wirkung Herabgesetzt wird.

## WERKSTÜCK MIT EROSIONSMINDERNDER OBERFLÄCHENSTRUKTUR

1

## Beschreibung

Maßnahme zur Erosionsminderung bei bzw. an Flächen von Werkstücken, die Teilchenaufprall ausgesetzt sind, sowie entsprechende Werkstück

Die vorliegende Erfindung bezieht sich auf Maßnahmen zur Minderung von Erosionen bei bzw. an angeströmten Flächen von Werkstücken bei deren bestimmungsgemäßer Verwendung bzw. deren Betrieb. Solche Erosionen durch teilchenbeladene Strömungen treten auf z.B. an Turbinenschaufeln, Laufrädern in Pumpen und Kompressoren, an Propellern, in Rohrleitungen, verfahrenstechnischen Einrichtungen und dergleichen. Als teilchenbeladene Strömung soll hier allgemein ein Teilchenstrom mit einer Hauptbewegungsrichtung definiert sein. Das heißt, die Anwesenheit eines Fördermediums, das die Teilchen bewegt, ist nicht zwingend erforderlich. Die Erfindung betrifft ferner ein Werkstück, an dem entsprechende Maßnahmen realisiert sein sollen.

Das Auftreten von Erosionen beruht auf dem Auftreffen von anströmenden Feststoffteilchen oder Tröpfchen, die z.B. in einem anströmenden Medium enthalten sind und auf die angeströmte Fläche des betreffenden Werkstückes auftreffen. Auftretende Erosion führt dazu, dass ein betroffenes Werkstück nachteilig und gegebenenfalls bis zur Unbrauchbarkeit verändert wird und gegebenenfalls sogar ersetzt werden muss. Dies bedingt außerdem auch Wartungsaufwand. Es besteht somit generell das Bestreben, Erosionen bei angeströmten Werkstücken wenigstens möglich klein zu halten. Vielfach ist das strömende Medium ein gasförmiges Fluid, z.B. Luft. Es kann dies aber auch eine Flüssigkeit, speziell Wasser, sein. Eine anderweitige Bewegung der Teilchen ohne ein Fördermedium ist ebenfalls möglich.

Im Stand der Technik herrscht die Tendenz vor, wenigstens für die angeströmten Flächenanteile eines betreffenden Werkstü-

ckes besonders hartes, erosionsresistentes Material auszuwählen. Ein anderer Weg ist, diese Flächen mit derart hartem Material zu beschichten.

5 Auftretende Erosion betreffend sind intensive Untersuchungen, z.B. veröffentlicht in „Powder Technology“, Vol. 62, (1990), Seiten 277 bis 290, angestellt worden, nämlich zu erkennen, welchen Einfluss Geschwindigkeit und Aufprallwinkel der aufgetroffenen Teilchen auf das Erosionsverhalten eines jewei-  
10 ligen angeströmten Werkstücks haben. In dieser Druckschrift ist das Verhältnis von auftretender Erosion  $E$  bei senkrechtem Auftreffen und bei Auftreffen in jeweiligem Winkel  $\alpha$  angegeben mit  $E_{\alpha}:E_{90} = (1 - R/\sin\alpha) : (1 - R)$ . Darin ist  $R$  das Verhältnis von Teilchendurchmesser zu Abstand der Teilchen innerhalb des Fluids der Strömung voneinander. Es ist für  
15 Werkstücke aus Beton festgestellt worden, dass die Rate der Erosion bei kleinen Aufprallwinkeln sehr viel kleiner ist als bei tendenziell rechtwinkligem Aufprall. Dies gilt generell für harte, spröde Werkstoffe.

20 Aufgabe der vorliegenden Erfindung ist es, eine Maßnahme anzugeben, mit der ansonsten zwangsläufig auftretende Erosion bei bzw. an mit Teilchen beladenem strömendem Fluid angeströmten Flächen eines Werkstückes auf ein Minimum gebracht  
25 oder wenigstens eine Minderung der Erosionsrate erreicht werden kann. Dies bezieht sich im Wesentlichen auf solches Material des Werkstückes, das als hart, spröde oder dergleichen zu bezeichnen ist. Ferner soll ein entsprechendes Werkstück angegeben werden.

30 Die sich auf die Maßnahme beziehende Aufgabe wird mit den Angaben des Patentanspruches 1, mit dem Inhalt der Erfindungsbeschreibung näher erläutert, gelöst.

35 Die sich auf das Werkstück beziehende Aufgabe sieht als Lösung die in Anspruch 8 angegebenen Maßnahmen vor.

Vorteilhafte Ausgestaltungen der Maßnahme gemäß Anspruch 1 und/oder des Werkstücks gemäß Anspruch 8 gehen aus den jeweils abhängigen Ansprüchen hervor.

5     Dabei kann das Werkstück selbst bzw. sein oberflächennaher Bereich mit der Oberflächenstruktur versehen sein. Stattdessen ist es jedoch ebenso gut auch möglich, dass das Werkstück einen Grundkörper aufweist, auf dem ein besonderer Teil angeordnet ist, der zuvor oder danach mit der erfindungsgemäßen  
10    Oberflächenstruktur versehen ist. Als ein solcher Teil kann vorteilhaft eine Beschichtung vorgesehen sein. Vorzugsweise wird für diesen Teil bzw. diese Beschichtung ein erosionsresistentes Material verwendet.

15    Besonders vorteilhaft ist es, wenn der Keilwinkel der Längsrippen zwischen etwa  $50^\circ$  und etwa  $135^\circ$  gewählt ist und der Mindestabstand der Längsrippen wenigstens 0,3 mm breit bemessen ist. Dabei kann insbesondere der Keilwinkel zwischen  $60^\circ$  und  $100^\circ$  liegen.

20    Zusätzlich kann noch vorteilhaft die Höhe der einzelnen Längsrippen mit wenigstens 1 mm bemessen sein .

25    Weitere vorteilhafte Ausgestaltungen nach der Erfindung gehen aus den vorstehend nicht angesprochenen Unteransprüchen hervor.

30    Die Lehre der Erfindung, insbesondere gemäß den Ansprüchen 1 und/oder 8 ist im Wesentlichen darin zu sehen, dass für die mit den Teilchen angeströmte Fläche des Werkstückes eine solche Oberflächenstruktur vorgesehen wird, die Längsrippen mit schrägen Flanken aufweist. Dabei schneiden sich jeweils gegeneinander geneigte Flächen solcher Längsrippen der Struktur. Die jeweilige angeströmte Oberfläche des Werkstückes ist  
35    - soweit diese Fläche erosionsgeschützt sein soll - erfindungswesentlich wenigstens angenähert ganzflächig lückenfrei mit diesen Längsrippen bedeckt.

In anderem Zusammenhang, nämlich zur Minderung des Strömungswiderstandes bei Anströmung eines Körpers, sind bereits bekanntermaßen Längsrippen wie z.B. in sogenannten „Riblets“  
5 (vgl. z.B. DE 197 25 251 C“) vorgesehen worden. Solche Längsrippen sind in dem Artikel von Michael J. Walsh in „Progress in Astronautics and Aeronautics“, Band 123, (1990), Seiten 203 bis 260 umfassend beschrieben.

10 Bestätigt wird dies auch durch Angaben, die der DE 196 50 439 C1 zu entnehmen sind. Dort sind zusätzlich Abstände der Rippen voneinander, d.h. zwischen den Rippen von diesen freibleibende Oberfläche des Werkstücks vorzusehen. Die Rippen zur Minderung des Strömungswiderstandes müssen regelrecht scharfkantig sein, was bei der ohnehin schwierigen  
15 Fertigung im mikroskopischen Bereich schwer möglich ist und dauerhaft schwer aufrecht zu erhalten ist.

Auch bei der Erfindung ist die Längsrichtung der jeweiligen  
20 Rippen im Wesentlichen in bzw. nach der Hauptbewegungsrichtung der Anströmung, wie in Fig. 3 dargestellt, ausgerichtet. Die Größenabmessungen, d.h. der Abstand  $a$  dieser Längsrippen ist für die Erfindung jedoch wesentlich anders als vorbekannt bemessen. Der erfindungsgemäße Abstand der Rippen ist größer,  
25 z.B. wenigstens etwa zweimal, insbesondere wenigstens etwa eine Größenordnung größer, als die auf das Werkstück auftreffenden Teilchen ihrer Größe nach bzw. deren maximaler Größe nach bemessen sind. Bei der Erfindung richtet sich - anders als für die Minderung des Strömungswiderstandes nach  
30 dem Stand der Technik - die Bemessung der Rippen nach der Teilchengröße erosiv anströmender Teilchen und nicht nach der Schubspannungsgeschwindigkeit (wie in Walsh beschrieben), die letztendlich von der Anströmgeschwindigkeit und der Viskosität des Fördermediums abhängt. Aller Regel nach kommt es für  
35 die Erfindung dadurch zu Strukturen mit vergleichsweise größeren Abmessungen der Rippen. Diese Strukturen sind für eine Minderung der Reibungsverluste von Strömungen jedoch nicht



mehr relevant (Abstand  $a$  größer 0.3 mm). Die Scharfkantigkeit der Rippen ist bei der Erfindung nicht bedeutend.

Durch die voranstehend dargelegte Wahl der Größe der Rippen, unterscheidet sich die Erfindung deutlich vom obengenannten Stand der Technik und auch von dem bekannten Prinzip der sogenannten Haifisch-Haut, die als Maßnahme zur Minderung des Strömungswiderstandes z.B. im Fluggerätee Bau Anwendung findet. Dort müssen zur Strömungsminderung vorgesehene Rippen nicht einmal notwendigerweise mit schrägen Flanken, wie oben angegeben, ausgebildet sein. Es können dort auch andere Formen der „Haifisch-Haut“, und diese z.B. auch nur bereichsweise angeordnet, vorgesehen sein.

Die hier erfindungsgemäß vorgesehene Oberflächenstruktur kann auf der angeströmten Fläche des Werkstückes, etwa - wie anderweitig im Stand der Technik - als eine Beschichtung, aufgebracht sein. Es kann auch die angeströmte Werkstückoberfläche selbst diese Oberflächenstruktur aufweisen. Von einer teilchenbeladenen Anströmung werden die Flächenanteile einer solchen Längsrippen-Oberflächenstruktur erfindungsgemäß im Wesentlichen nur in verkleinertem Winkel, in Annäherung sogar nur streifend, getroffen. So kann der Effekt, dass streifendes Auftreffen der anströmenden Teilchen nur geringe Erosion bewirkt, mit der Erfindung voll genutzt werden.

Zur Erfindung und insbesondere zur nachfolgenden Figurenbeschreibung seien noch folgende Definitionen gegeben:

Mit Hauptbewegungsrichtung der Teilchen ist die gemittelte Bewegungsrichtung der Teilchen gemeint, mit der diese Teilchen sich auf die Bauteiloberfläche zu bewegen. In den Figuren ist beispielhaft ein Einzelereignis eines Wandstoßes bzw. des Auftreffens dargestellt, das aber generell für alle Aufprallereignisse gilt, und daher auch in Summe für den gesamten Erosionsprozess. Für dieses Einzelereignis ist in den Figuren eine von der angegebenen Hauptbewegungsrichtung, d.h.

## 6

der gemittelten Teilchenbewegung auch abweichende Einzelrichtung angenommen, die aber in der Richtungsverteilung der anströmenden Teilchen enthalten ist.

- 5 Weitere Offenbarung und Erläuterungen zur Erfindung können auch den zugehörigen Figuren entnommen werden.

Figur 1 zeigt im Schnitt das von der linken Seite her angeströmte Profil eines gemäß der Erfindung ausgestatteten Werkstückes.  
10

Figur 2 zeigt den Gegenstand der Figur 1 nach rechts geklappt, und zwar den Schnitt II-II.

- 15 Figur 3 zeigt eine perspektivische Ansicht zu den Figuren 1 und 2.

Figur 4 zeigt als Vergleich zur Figur 1 Stand der Technik, d.h. die Anströmung eines nicht erfindungsgemäß ausgestatteten Profils und  
20

Figur 5 zeigt die der Figur 2 entsprechende Ansicht, jedoch bezogen auf die Figur 4.

- 25 Die Figur 4 zeigt als Stand der Technik in Schnittdarstellung ein Teilstück eines Profils eines Werkstückes 1', z.B. einer Turbinenschaufel. Mit 5 ist die Hauptbewegungsrichtung der Anströmung dieses Werkstückes 1' bezeichnet. Die Darstellungsebene der Figur 4 (und der Figur 1) ist so gewählt, dass  
30 die Hauptbewegungsrichtung 5 in dieser Ebene liegt. Die in der Figur mit 4' gezeigte Komponente weist auf die Richtung, mit der in etwa bei diesem Stand der Technik ein solches Teilchen an der Werkstückoberfläche abprallt, das in der auf das Werkstück auftreffenden Anströmung mit seiner individuellen  
35 len Bewegungsrichtung 3 - in der Figur 4 ist deren in der Darstellungsebene liegende Komponente gezeigt - desselben aufgetroffen ist. Mit  $\alpha'_x$  ist der Winkel dieser x-Komponente



des räumlichen Auftreffwinkels, bezogen auf die Oberfläche 11, bezeichnet.

Die Figur 5 (ebenfalls Stand der Technik) zeigt, bezogen auf die Figur 4, von links gesehen und  $90^\circ$  geklappt, wiederum das Werkstück 1' und dazu die für diese Ansichtsrichtung sich ergebende Komponente 31' der Aufprallbewegung und die y-Komponente 41' der räumlichen Abprallrichtung. Der Winkel dieser y-Komponente des Aufpralls in dieser Ansicht ist mit  $\alpha'_y$  bezeichnet.

Die Figur 1 zeigt als Schnittansicht einer Ausführungsform der Erfindung die Ebene, in der (wie in Figur 4) die Hauptbewegungsrichtung 5 der Anströmung liegt. Das nunmehr die Erfindung betreffende Werkstück ist mit 1 bezeichnet. Mit 2 ist eine hier zum Beispiel als Beschichtung der Oberfläche 11 des Werkstücks 1 vorgesehene, erfindungsgemäße Oberflächenstruktur bezeichnet. Die Figur zeigt dabei die eine seitliche Flanke 22 einer der einander parallelen Längsrippen 20 der Oberflächenstruktur 2. Der Schnitt gemäß Figur 1 verläuft hier im Tal zwischen zwei benachbarten Längsrippen 20. Mit 3 ist hier wieder für ein individuelles, aufprallendes Teilchen wiederum die gleiche Aufprallbewegungsrichtung bezeichnet wie in Fig. 4, jedoch diesmal für den Aufprall auf das Werkstück 1 mit der erfindungsgemäßen Rippenstruktur. Mit 4 ist die Komponente der nun erfindungsgemäß veränderten Abprallrichtung bezeichnet. Der Winkel  $\alpha_x$ , d.h. die x-Komponente des Aufprallwinkels entspricht dabei dem Winkel  $\alpha'_x$  in Fig. 4 am Werkstück 1' als Stand der Technik. Dieser Winkel ist aber räumlich gemessen erfindungsgemäß verringert.

Die Figur 2 ist eine Schnittansicht II-II des Gegenstands der Figur 1. Die Darstellung der Figur 2 ist die Ansicht des Gegenstands der Figur 1 von links her gesehen. In der Figur 2 ist die Struktur einer erfindungsgemäß vorgesehenen Oberflächenstruktur 2 des Werkstücks 1 besser zu erkennen. Die Oberflächenstruktur 2 mit den abschnittsweise dargestellten

Längsrippen 20 ist ein bevorzugtes Ausführungsbeispiel. Die schräg geneigt positionierten Flankenflächen 22 und 24 einer jeweiligen der Längsrippen 20 stehen im Winkel zueinander. Vor allem stehen sie aber erfindungswesentlich, bezogen auf  
5 die Oberfläche 11 des Werkstücks 1, d.h. bezogen auf den Stand der Technik nach Figur 4, in vergleichsweise jeweils hier flacherem Winkel  $\alpha_y$  zur Bewegungsrichtung 3 des Aufpralls.

10 Fig. 3 zeigt die Hauptbewegungsrichtung 5 relativ zu den an Achse A ausgerichteten Strukturen 20. Die Ausrichtung der Hauptbewegungsrichtung 5 zur Achse A soll einen räumlichen Winkel  $\alpha$  von vorzugsweise weniger als  $45^\circ$  haben. So ist gewährleistet, dass die Teilchen 7 in entsprechend flachem Winkel und z.B. nicht etwa frontal auf die Flankenflächen 22  
15 auftreffen.

Die Teilchen treffen erfindungsgemäß nur auf, bezogen auf die Oberfläche 11 des Werkstücks 1, geneigte Flankenflächen 22  
20 und 24 der Längsrippen 20 der Oberflächenstruktur 2 auf. Gegenüber dem Auftreffwinkel  $\alpha'_y$  gemäß der Figur 5 des Standes der Technik erfolgt also, und zwar bei gegenüber der Figur 4 unveränderten Verhältnissen, bei der erfindungsgemäßen Ausführung nach Figur 1 und 2 die Anströmung mit für Erosion relevant vermindertem Winkel auf die Oberflächenstruktur 2. Das  
25 heißt, dass die Teilchen mit gemitteltem räumlichem Auftreffwinkel innerhalb der Anströmung auf die Oberfläche am Werkstück 1, genauer die Oberfläche der erfindungsgemäß vorgesehenen Oberflächenstruktur 2, stets in, mit dem Stand der  
30 Technik verglichen, flacherem Winkel erosionsmindernd auftreffen. Bei der Erfindung ist somit mit der erfindungsgemäß getroffenen Maßnahme eine Verminderung der Oberflächenerosion des Werkstücks erreicht. Mit a ist der Abstand der Scheitel benachbarter Rippen voneinander bezeichnet.

35

Für die Erfindung nützlich und für die Lösung der Aufgabe effektiv ist es, die aus der Figur 2 ersichtliche Längsrippen-

struktur, wie dort dargestellt und anders als beim Stand der Technik (insbesondere gemäß der DE 196 50 439 C1), mit dicht aneinander liegenden Längsrippen auszuführen. Damit sind den anströmenden Teilchen ausschließlich nur schräge Flankenflächen der Längsrippen entgegengesetzt.

Für praktische Ausführungsformen haben sich Längsrippen mit Flankenwinkeln zwischen etwa  $35^\circ$  und  $135^\circ$ , vorzugsweise zwischen  $60^\circ$  und  $100^\circ$ , bewährt. Der Mindestabstand  $a$  sollte wenigstens 0,3 mm groß gewählt sein. Die Höhe der Rippen sollte wenigstens 0,3 mm, vorzugsweise wenigstens 1 mm, betragen.

## Patentansprüche

1. Als Maßnahme zur Verminderung der mit erodierend wirkenden Teilchen enthaltender Anströmung verbundenen Erosion an Werkstücken (1), ist eine Oberflächenstruktur (2) des Werkstückes (1) oder eine solche (2) auf dem Werkstück (1) vorzusehen, die im Wesentlichen lückenlos angeordnete, keilförmig strukturierte Längsrippen (20) mit jeweils zueinander geneigt orientierten Flankenflächen (22, 24) aufweist, wobei sich diese Längsrippen (20) im Wesentlichen nach dem Verlauf des anströmenden Fluids (5) entlang des Werkstückes (1) vorzugsweise unter einem Winkel kleiner  $45^\circ$  ausgerichtet erstrecken, so dass der Aufprall von Teilchen auf das Werkstück auf den Flankenflächen (22, 24) der Oberflächenstruktur (2) mit verkleinerten Aufprallwinkeln erfolgt, verglichen damit, wie die Oberfläche (11) eines gleichen Werkstückes (1), dieses jedoch ohne die vorgesehene Oberflächenstruktur (2), getroffen werden würde.
2. Maßnahme nach Anspruch 1 bei einem Werkstück, bei dem auf einem Grundkörper ein Teil angeordnet ist, der mit der Oberflächenstruktur (2) versehen ist.
3. Maßnahme nach Anspruch 2, wobei als Teil eine Beschichtung vorgesehen ist.
4. Maßnahme nach Anspruch 2 oder 3, wobei für diese Beschichtung ein erosionsresistentes Material verwendet ist.
5. Maßnahme nach einem oder mehreren der Ansprüche 1 bis 4, wobei der Keilwinkel der Längsrippen zwischen etwa  $50^\circ$  und etwa  $135^\circ$  gewählt und der Mindestabstand der Längsrippen wenigstens 0,3 mm breit bemessen sein soll.
6. Maßnahme nach einem oder mehreren der Ansprüche 1 bis 5, wobei der Keilwinkel zwischen  $60^\circ$  und  $100^\circ$  bemessen sein soll.

7. Maßnahme nach einem oder mehreren der Ansprüche 1 bis 6, wobei die Höhe der einzelnen Längsrippen mit wenigstens 1 mm bemessen sein soll.

5

8. Werkstück (1) mit einer Oberflächenstruktur oder einer solchen auf diesem, wobei die Oberflächenstruktur (2) einer Anströmung von erodierend wirkenden Teilchen ausgesetzt ist, d a d u r c h g e k e n n z e i c h n e t , dass die  
10 Oberflächenstruktur (2) im Wesentlichen lückenlos angeordnete, keilförmig strukturierte Längsrippen (20) mit jeweils zueinander geneigt orientierten Flankenflächen (22, 24) aufweist, wobei sich diese Längsrippen (20) im Wesentlichen nach dem Verlauf der Anströmung (5) entlang des Werkstückes (1)  
15 vorzugsweise unter einem Winkel kleiner  $45^\circ$  ausgerichtet erstrecken, so dass der Aufprall von Teilchen auf das Werkstück auf den Flankenflächen (22, 24) der Oberflächenstruktur (2) mit verkleinerten Aufprallwinkeln erfolgt, verglichen damit, wie die Oberfläche (11) eines gleichen Werkstückes (1),  
20 dieses jedoch ohne die vorgesehene Oberflächenstruktur (2), getroffen werden würde.

9. Werkstück nach Anspruch 8, g e k e n n z e i c h n e t durch eine Ausbildung seiner Oberflächenstruktur (2) gemäß  
25 wenigstens einer Maßnahme nach einem oder mehreren der Ansprüche 2 bis 7.

10. Werkstück nach Anspruch 8 oder 9, g e k e n n z e i c h n e t durch einen oberflächennahen Teil oder Bereich, der mit der Oberflächenstruktur (2) versehen ist.  
30

FIG 1

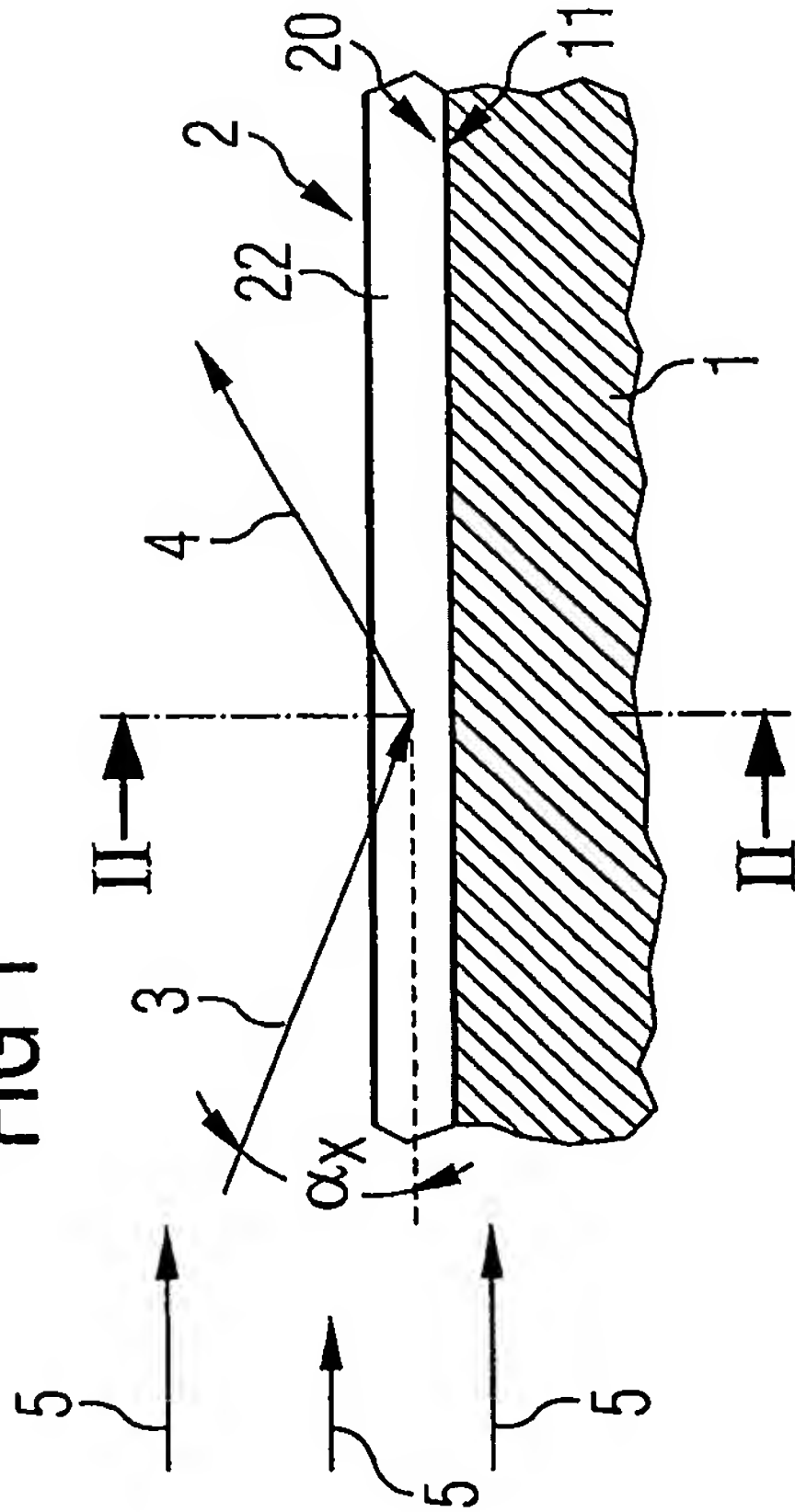


FIG 2 II-II

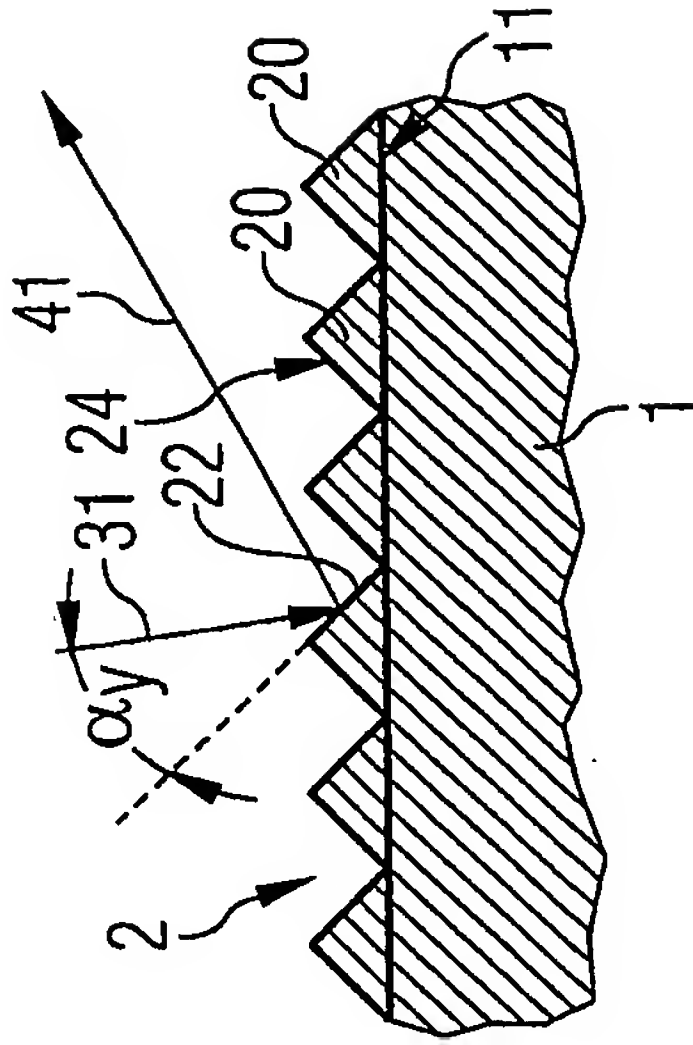


FIG 4

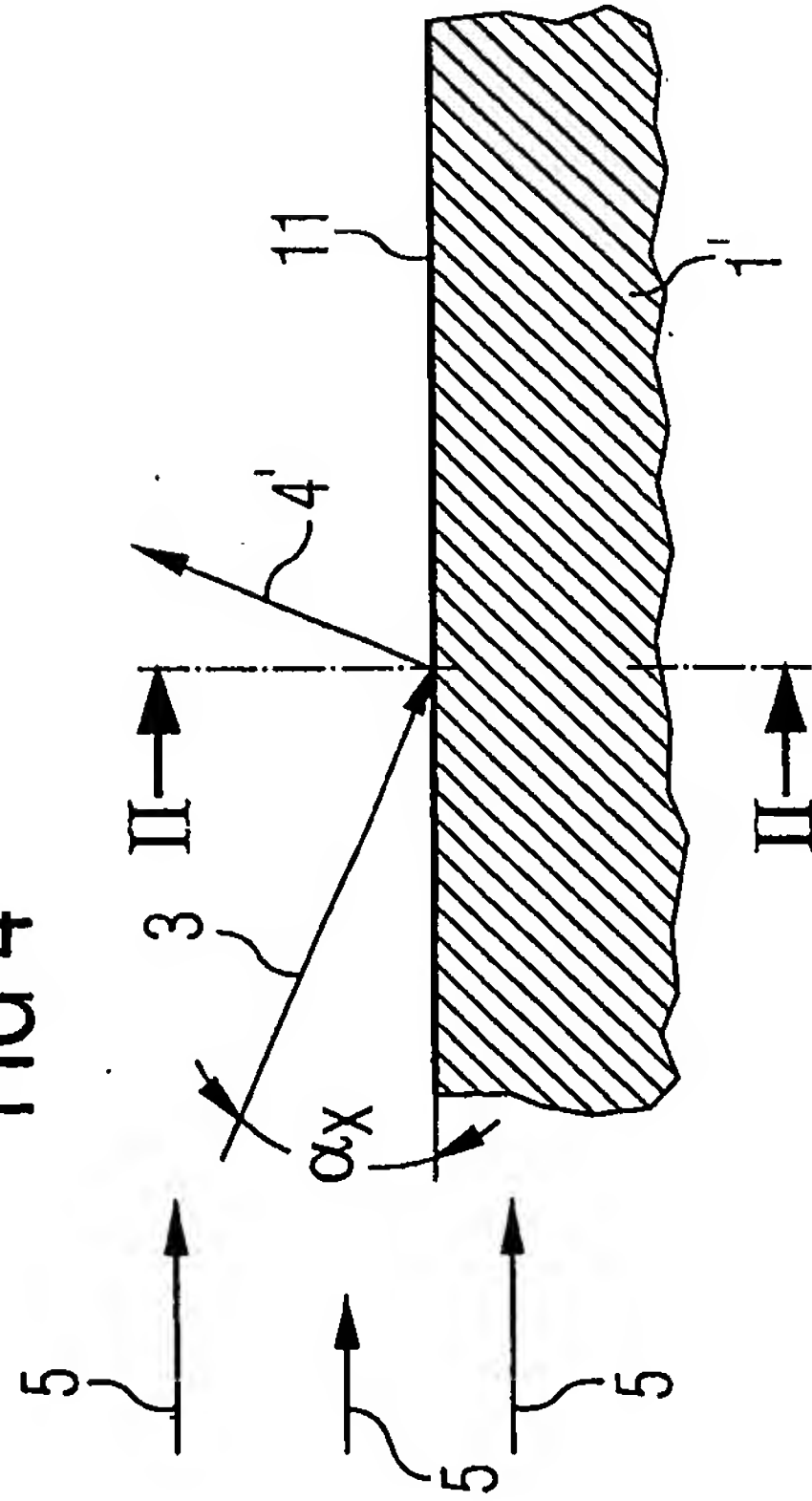


FIG 5 II-II

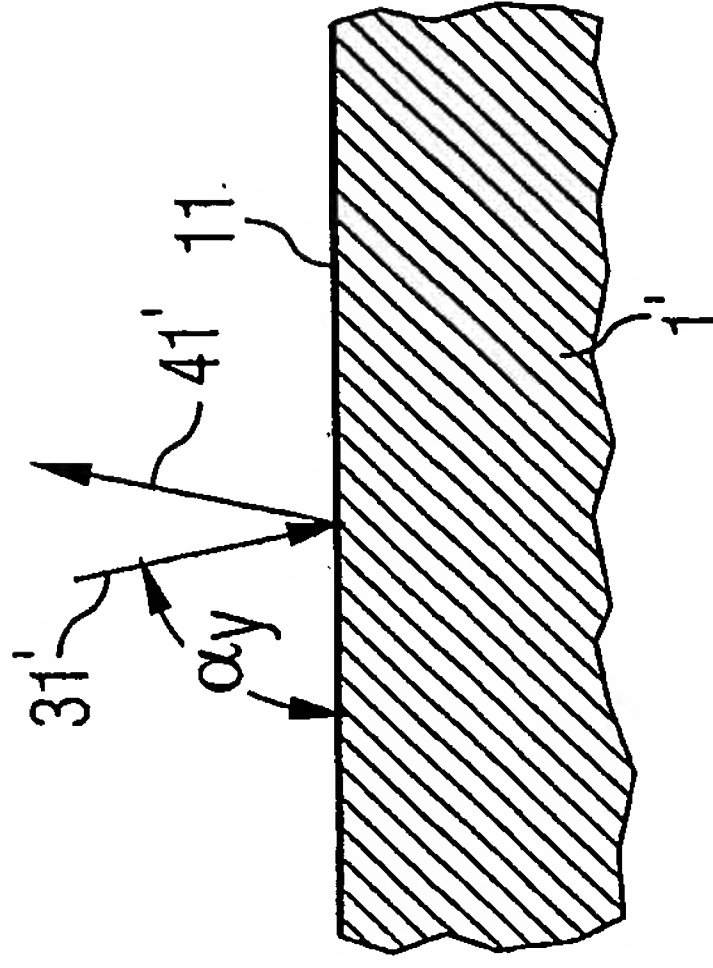
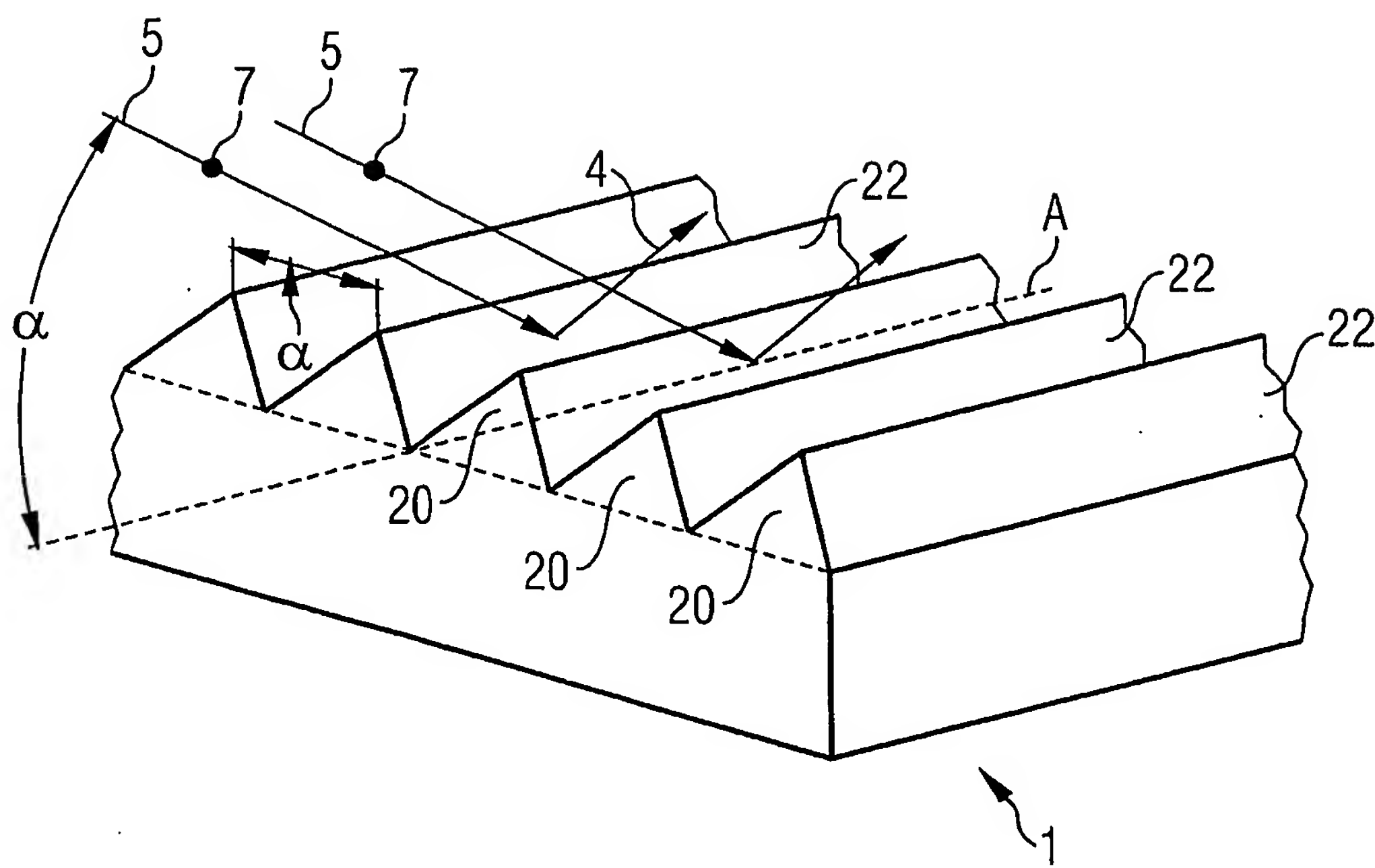




FIG 3



## INTERNATIONAL SEARCH REPORT

 Internatio      ublication No  
 PCT/DE 03/01746

 A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER  
 IPC 7    F01D5/14    F04D29/68

According to International Patent Classification (IPC) or to both national classification and IPC

## B. FIELDS SEARCHED

Minimum documentation searched (classification system followed by classification symbols)

IPC 7    F01D    F04D    F02C

Documentation searched other than minimum documentation to the extent that such documents are included in the fields searched

Electronic data base consulted during the International search (name of data base and, where practical, search terms used)

PAJ, EPO-Internal

## C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category *	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
X	PATENT ABSTRACTS OF JAPAN vol. 1995, no. 09, 31 October 1995 (1995-10-31) -& JP 07 158402 A (MITSUBISHI HEAVY IND LTD), 20 June 1995 (1995-06-20) abstract ---	1,2,5-10
X	US 3 608 976 A (DEHN RAY K ET AL) 28 September 1971 (1971-09-28) column 1, line 36 - line 68 column 2, line 13 - line 29 ---	1-6,8-10
X	US 1 862 827 A (QUINTIN CARNEGIE ALFRED ET AL) 14 June 1932 (1932-06-14) page 2, line 111 - line 120 figure 8 --- -/--	1,2,5-10

☒ Further documents are listed in the continuation of box C.☒ Patent family members are listed in annex.

## \* Special categories of cited documents:

- \*A\* document defining the general state of the art which is not considered to be of particular relevance
- \*E\* earlier document but published on or after the international filing date
- \*L\* document which may throw doubts on priority claim(s) or which is cited to establish the publication date of another citation or other special reason (as specified)
- \*O\* document referring to an oral disclosure, use, exhibition or other means
- \*P\* document published prior to the international filing date but later than the priority date claimed

- \*T\* later document published after the international filing date or priority date and not in conflict with the application but cited to understand the principle or theory underlying the invention
- \*X\* document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered novel or cannot be considered to involve an inventive step when the document is taken alone
- \*Y\* document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered to involve an inventive step when the document is combined with one or more other such documents, such combination being obvious to a person skilled in the art.
- \*G\* document member of the same patent family

Date of the actual completion of the international search

30 October 2003

Date of mailing of the international search report

06/11/2003

Name and mailing address of the ISA

 European Patent Office, P.B. 5818 Patentlaan 2  
 NL - 2280 HV Rijswijk  
 Tel. (+31-70) 340-2040, Tx. 31 651 epo nl,  
 Fax: (+31-70) 340-3016

Authorized officer

Steinhauser, U

## INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International Application No  
PCT/DE 03/01746

## C.(Continuation) DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category *	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
X	US 5 683 226 A (CLARK EUGENE V ET AL) 4 November 1997 (1997-11-04) column 1, line 30 - line 40 column 3, line 46 -column 5, line 14 ---	1-4,8-10
X	US 6 213 711 B1 (M UUMLLER KARL-HEINRICH ET AL) 10 April 2001 (2001-04-10) figures 5,6 claim 7 ----	1,2,5-10
X	US 3 304 056 A (AKIO SOHMA) 14 February 1967 (1967-02-14) column 1, line 15 - line 24 column 2, line 6 - line 20 ----	1,2,6, 8-10
X	US 5 337 568 A (LEE CHING-PANG ET AL) 16 August 1994 (1994-08-16) figures 3,7 ----	1,2,8-10
X	US 5 951 892 A (FERGUSON JAMES JOSEPH ET AL) 14 September 1999 (1999-09-14) column 2, line 55 -column 3, line 32 ----	1-4,8-10
X	DE 36 09 541 A (DEUTSCHE FORSCH LUFT RAUMFAHRT) 24 September 1987 (1987-09-24) column 5, line 32 - line 52 ----	1,2,5, 8-10
A	US 4 720 239 A (OWCZAREK JERZY A) 19 January 1988 (1988-01-19) figures 6,7 ----	1-10
A	US 3 365 126 A (ERWIN JOHN R ET AL) 23 January 1968 (1968-01-23) column 2, line 38 - line 55 -----	1-10

# INTERNATIONAL SEARCH REPORT

Information on patent family members

International Application No

PCT/DE 03/01746

Patent document cited in search report		Publication date	Patent family member(s)	Publication date
JP 07158402	A	20-06-1995	NONE	
US 3608976	A	28-09-1971	DE 2042714 A1 FR 2062173 A5 GB 1331463 A	18-03-1971 25-06-1971 26-09-1973
US 1862827	A	14-06-1932	NONE	
US 5683226	A	04-11-1997	NONE	
US 6213711	B1	10-04-2001	AT 228609 T CN 1251153 T WO 9844240 A1 DE 59806445 D1 EP 0972128 A1 JP 2001516420 T PL 335864 A1	15-12-2002 19-04-2000 08-10-1998 09-01-2003 19-01-2000 25-09-2001 22-05-2000
US 3304056	A	14-02-1967	NONE	
US 5337568	A	16-08-1994	NONE	
US 5951892	A	14-09-1999	AU 735670 B2 AU 5572198 A BR 9714216 A CN 1240014 A EP 0944767 A1 WO 9826158 A1 IL 130331 A JP 2001507774 T KR 2000057485 A NO 992827 A NZ 335844 A TR 9901212 T2 US 6203021 B1	12-07-2001 03-07-1998 18-04-2000 29-12-1999 29-09-1999 18-06-1998 10-02-2002 12-06-2001 15-09-2000 10-06-1999 29-09-2000 23-08-1999 20-03-2001
DE 3609541	A	24-09-1987	DE 3609541 A1	24-09-1987
US 4720239	A	19-01-1988	NONE	
US 3365126	A	23-01-1968	NONE	

## INTERNATIONALER RECHERCHENBERICHT

Internatio ktenzeichen

PCT/DE 03/01746

A. KLASSIFIZIERUNG DES ANMELDUNGSGEGENSTANDES  
IPK 7 F01D5/14 F04D29/68

Nach der Internationalen Patentklassifikation (IPK) oder nach der nationalen Klassifikation und der IPK

## B. RECHERCHIERTE GEBIETE

Recherchierte Mindestprüfstoff (Klassifikationssystem und Klassifikationssymbole)

IPK 7 F01D F04D F02C

Recherchierte aber nicht zum Mindestprüfstoff gehörende Veröffentlichungen, soweit diese unter die recherchierten Gebiete fallen

Während der internationalen Recherche konsultierte elektronische Datenbank (Name der Datenbank und evtl. verwendete Suchbegriffe)

PAJ, EPO-Internal

## C. ALS WESENTLICH ANGESEHENE UNTERLAGEN

Kategorie*	Bezeichnung der Veröffentlichung, soweit erforderlich unter Angabe der in Betracht kommenden Teile	Betr. Anspruch Nr.
X	PATENT ABSTRACTS OF JAPAN vol. 1995, no. 09, 31. Oktober 1995 (1995-10-31) -& JP 07 158402 A (MITSUBISHI HEAVY IND LTD), 20. Juni 1995 (1995-06-20) Zusammenfassung ---	1,2,5-10
X	US 3 608 976 A (DEHN RAY K ET AL) 28. September 1971 (1971-09-28) Spalte 1, Zeile 36 - Zeile 68 Spalte 2, Zeile 13 - Zeile 29 ---	1-6,8-10
X	US 1 862 827 A (QUINTIN CARNEGIE ALFRED ET AL) 14. Juni 1932 (1932-06-14) Seite 2, Zeile 111 - Zeile 120 Abbildung 8 --- -/--	1,2,5-10

☒ Weitere Veröffentlichungen sind der Fortsetzung von Feld C zu entnehmen☒ Siehe Anhang Patentfamilie

\* Besondere Kategorien von angegebenen Veröffentlichungen :

\*A\* Veröffentlichung, die den allgemeinen Stand der Technik definiert, aber nicht als besonders bedeutsam anzusehen ist

\*E\* älteres Dokument, das jedoch erst am oder nach dem internationalen Anmeldedatum veröffentlicht worden ist

\*L\* Veröffentlichung, die geeignet ist, einen Prioritätsanspruch zweifelhaft erscheinen zu lassen, oder durch die das Veröffentlichungsdatum einer anderen im Recherchenbericht genannten Veröffentlichung belegt werden soll oder die aus einem anderen besonderen Grund angegeben ist (wie ausgeführt)

\*O\* Veröffentlichung, die sich auf eine mündliche Offenbarung, eine Benutzung, eine Ausstellung oder andere Maßnahmen bezieht

\*P\* Veröffentlichung, die vor dem internationalen Anmeldedatum, aber nach dem beanspruchten Prioritätsdatum veröffentlicht worden ist

\*T\* Spätere Veröffentlichung, die nach dem internationalen Anmeldedatum oder dem Prioritätsdatum veröffentlicht worden ist und mit der Anmeldung nicht kollidiert, sondern nur zum Verständnis des der Erfindung zugrundeliegenden Prinzips oder der ihr zugrundeliegenden Theorie angegeben ist

\*X\* Veröffentlichung von besonderer Bedeutung; die beanspruchte Erfindung kann allein aufgrund dieser Veröffentlichung nicht als neu oder auf erfinderischer Tätigkeit beruhend betrachtet werden

\*Y\* Veröffentlichung von besonderer Bedeutung; die beanspruchte Erfindung kann nicht als auf erfinderischer Tätigkeit beruhend betrachtet werden, wenn die Veröffentlichung mit einer oder mehreren anderen Veröffentlichungen dieser Kategorie in Verbindung gebracht wird und diese Verbindung für einen Fachmann naheliegend ist

\*Z\* Veröffentlichung, die Mitglied derselben Patentfamilie ist

Datum des Abschlusses der internationalen Recherche

30. Oktober 2003

Absendedatum des internationalen Recherchenberichts

06/11/2003

Name und Postanschrift der internationalen Recherchenbehörde  
Europäisches Patentamt, P.B. 5818 Patentlaan 2  
NL - 2280 HV Rijswijk  
Tel. (+31-70) 340-2040, Tx. 31 651 epo nl,  
Fax: (+31-70) 340-3016

Bevollmächtigter Bediensteter

Steinhauser, .U

## INTERNATIONALER RECHERCHENBERICHT

Internationales Patenzusammenfassungssymbol  
PCT/DE 03/01746

## C.(Fortsetzung) ALS WESENTLICH ANGESEHENE UNTERLAGEN

Kategorie*	Bezeichnung der Veröffentlichung, soweit erforderlich unter Angabe der in Betracht kommenden Teile	Betr. Anspruch Nr.
X	US 5 683 226 A (CLARK EUGENE V ET AL) 4. November 1997 (1997-11-04) Spalte 1, Zeile 30 - Zeile 40 Spalte 3, Zeile 46 - Spalte 5, Zeile 14 ---	1-4, 8-10
X	US 6 213 711 B1 (M UML LER KARL-HEINRICH ET AL) 10. April 2001 (2001-04-10) Abbildungen 5, 6 Anspruch 7 ---	1, 2, 5-10
X	US 3 304 056 A (AKIO SOHMA) 14. Februar 1967 (1967-02-14) Spalte 1, Zeile 15 - Zeile 24 Spalte 2, Zeile 6 - Zeile 20 ---	1, 2, 6, 8-10
X	US 5 337 568 A (LEE CHING-PANG ET AL) 16. August 1994 (1994-08-16) Abbildungen 3, 7 ---	1, 2, 8-10
X	US 5 951 892 A (FERGUSON JAMES JOSEPH ET AL) 14. September 1999 (1999-09-14) Spalte 2, Zeile 55 - Spalte 3, Zeile 32 ---	1-4, 8-10
X	DE 36 09 541 A (DEUTSCHE FORSCH LUFT RAUMFAHRT) 24. September 1987 (1987-09-24) Spalte 5, Zeile 32 - Zeile 52 ---	1, 2, 5, 8-10
A	US 4 720 239 A (OWCZAREK JERZY A) 19. Januar 1988 (1988-01-19) Abbildungen 6, 7 ---	1-10
A	US 3 365 126 A (ERWIN JOHN R ET AL) 23. Januar 1968 (1968-01-23) Spalte 2, Zeile 38 - Zeile 55 -----	1-10



# INTERNATIONALER RECHERCHENBERICHT

Angaben zu Veröffentlichungen, die zur selben Patentfamilie gehören

Internationales Inzeichen  
PCT/DE 03/01746

Im Recherchenbericht angeführtes Patentdokument	Datum der Veröffentlichung	Mitglied(er) der Patentfamilie	Datum der Veröffentlichung
JP 07158402	A	20-06-1995	KEINE
US 3608976	A	28-09-1971	DE 2042714 A1 18-03-1971 FR 2062173 A5 25-06-1971 GB 1331463 A 26-09-1973
US 1862827	A	14-06-1932	KEINE
US 5683226	A	04-11-1997	KEINE
US 6213711	B1	10-04-2001	AT 228609 T 15-12-2002 CN 1251153 T 19-04-2000 WO 9844240 A1 08-10-1998 DE 59806445 D1 09-01-2003 EP 0972128 A1 19-01-2000 JP 2001516420 T 25-09-2001 PL 335864 A1 22-05-2000
US 3304056	A	14-02-1967	KEINE
US 5337568	A	16-08-1994	KEINE
US 5951892	A	14-09-1999	AU 735670 B2 12-07-2001 AU 5572198 A 03-07-1998 BR 9714216 A 18-04-2000 CN 1240014 A 29-12-1999 EP 0944767 A1 29-09-1999 WO 9826158 A1 18-06-1998 IL 130331 A 10-02-2002 JP 2001507774 T 12-06-2001 KR 2000057485 A 15-09-2000 NO 992827 A 10-06-1999 NZ 335844 A 29-09-2000 TR 9901212 T2 23-08-1999 US 6203021 B1 20-03-2001
DE 3609541	A	24-09-1987	DE 3609541 A1 24-09-1987
US 4720239	A	19-01-1988	KEINE
US 3365126	A	23-01-1968	KEINE

# WORKPIECE WITH EROSION-REDUCING SURFACE STRUCTURE

Publication number: WO03104615

Publication date: 2003-12-18

Inventor: HUBER NORBERT (DE)

Applicant: SIEMENS AG (DE); HUBER NORBERT (DE)

Classification:












- International: *F01D5/14; F04D29/02; F04D29/32; F04D29/68; F01D5/14; F04D29/00; F04D29/32; F04D29/66; (IPC1-7): F01D5/14; F04D29/68*

- european: *F01D5/14; F04D29/02C; F04D29/32B3; F04D29/68C*

Application number: WO2003DE01746 20030528

Priority number(s): DE20021025710 20020610

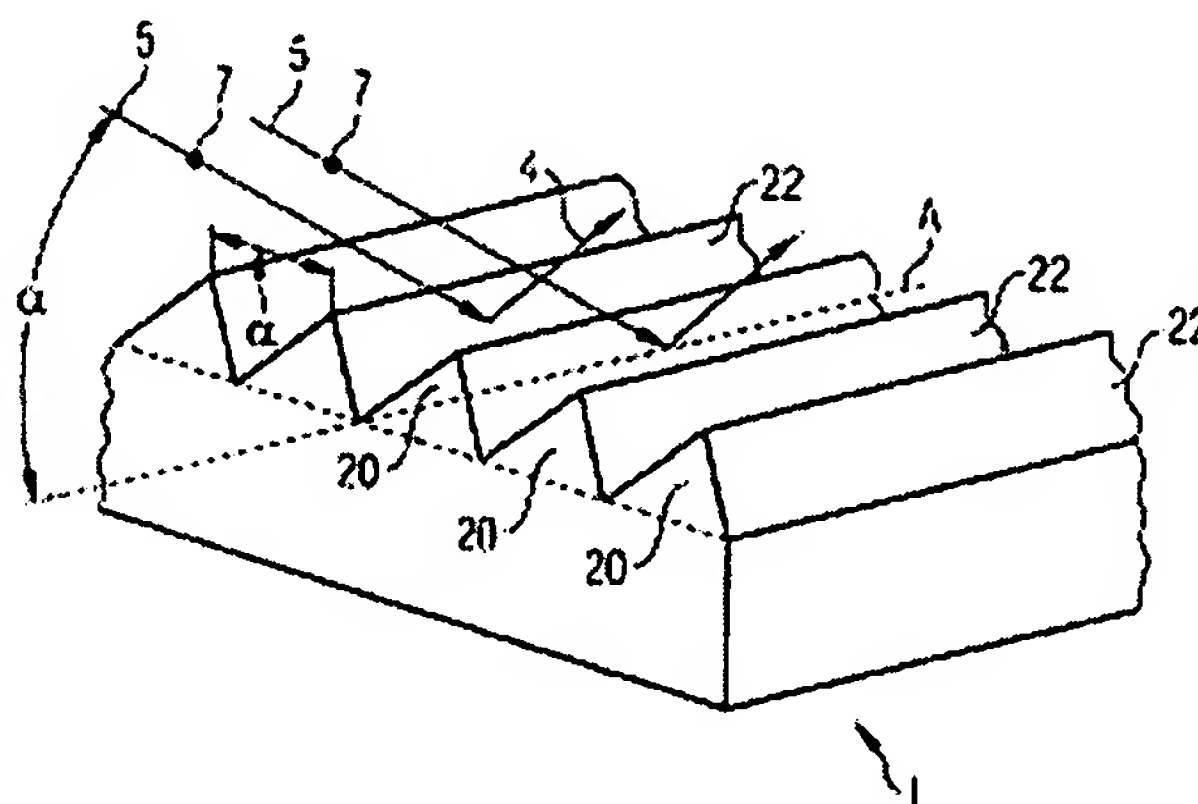
## Cited documents:

	US3608976
	US1862827
	US5683226
	US6213711
	US3304056
	US5337568
	US5951892
	DE3609541
	US4720239
	US3365126
	JP7158402
	less <<

[Report a data error here](#)

## Abstract of WO03104615

In order to reduce the erosion of surfaces of a workpiece (1) with a fluid loaded with particles flowing (5) over the same, the workpiece surfaces are embodied as, or provided with, a surface structure (2) comprising longitudinal ribs (20). The surface embodied thus provides a reduced angle of incidence for the particles contained in fluid which reduces the erosive effect thereof.



Data supplied from the [esp@cenet](mailto:esp@cenet) database - Worldwide